

令和元年6月12日現在

機関番号：30108

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06310

研究課題名(和文)ハイブリッド型気球を用いた山岳遭難者探索装置の開発

研究課題名(英文)Development of mountain distress searcher using hybrid balloon

研究代表者

三橋 龍一 (Mitsubishi, Ryuichi)

北海道科学大学・工学部・教授

研究者番号：90254698

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：初年度(平成28年度)に試験的に行った山菜取り遭難者の捜索では、ドローンから遭難者が気づきやすい救助音を送信して遭難者がタオルを振ることで、実用的に遭難者の探索が可能であることを明らかにした。平成29年度には、山頂付近まで高性能なドローンを飛行させて空撮することに成功。平成30年度までにハイブリッドカイトの技術を用いた高層構造物の理論計算と試作に成功し、遭難者探索のプラットフォームになりえることを明らかにした。また、遭難者の発見率向上と捜索隊の法的責任の問題を回避するため、SNSで考察全球パノラマ写真を公開して世界中の一般の人が捜索活動に参加するシステムの提案を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

飛翔体としてハイブリッド気球から山岳遭難者を探索するものであったが、ここ数年間で劇的に技術が進んだドローンを使用した研究が主となった。技術的な面より、人命救助という法的責任が絡む難しさを明らかにした。そこで、遭難者の発見率向上と捜索隊の法的責任の問題を回避するため、SNSで考察全球パノラマ写真を公開するシステムの提案を行った。山岳連盟、山岳会、警察の救助隊、消防のレスキューのそれぞれの立場の人から、現場で直面している本当の話が聞くことが出来たことも、本研究の大きな成果であると言える。これらの人からの忌憚のない意見は、科研費(国費)で行っている研究であることから得られたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In the first year (2016), the drone sends a rescue sound that makes it easy for the distressed person to notice, and the distressed person shakes the towel, practically searching for the distressed person. Revealed that it is possible. In 2017, we succeeded in flying a high-performance drone to the vicinity of the summit for aerial photography. We succeeded in theoretical calculation and trial manufacture of high-rise structure using technology of hybrid kite by fiscal 2018 and clarified that we could be platform for search for distressed persons. In addition, in order to avoid the problem of increasing the rate of detection of distressed persons and legal liability of searchers, we proposed a system in which the global panoramic photograph was published on SNS and general people in the world participated in the search activities.

研究分野：工学

キーワード：遭難者 捜索 山岳遭難 山菜採り遭難 ドローン ハイブリッドカイト ハイブリッドカメラ サーモグラフィカメラ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は全国ニュースとしても報道された、2013年11月24日に発生した上ホロカメットク山で発生した遭難死亡事故発生後に「上ホロカメットク山遭難事故報告書」の製作に係わった。事故の検証の結果、携帯電話で110番をして道警に山岳遭難の通報をしたが、遭難通報時の遭難地点の風速が推定17m/sであり飛行限界を超えていたために救助ヘリを飛ばすことが出来ず、さらに正確な遭難地点が不明であったため、道警の救助隊が遭難者を発見するまでに7時間以上かかったことが大きな要因となって、1人の登山暦35年のベテラン女性登山家が低体温症で亡くなるという最悪の結果となったことを明らかにした。道央労山連盟内だけでも、2012年:18件、2013年:19件、2014年:13件の大きな事故が発生している。山岳会に所属しているベテランの会員パーティーでも多くの事故が発生しており、特に生命にかかわる雪山での遭難現場で実用的な遭難者捜索装置の開発が切実に要望されている。また、北海道警察では山菜取り遭難を山岳遭難に含めておらず、北海道内では5月~7月の山菜取り遭難が非常に多く発生しており、啓発活動による遭難事故防止も限界に達していると考えられる。

北海道内の山岳連盟等の登山関係者や救助隊(公的組織の救助隊)の間では、2009年1月31日に発生した積丹岳遭難者救助事故の判決が大きな話題となった。北海道警察の救助隊員がストレッチャーで搬送中に雪庇を踏み吹いて遭難者が救助者と共に滑落して遭難者が死亡(凍死)したものである。最高裁第三小法廷(平成28年11月29日決定)は、北海道警察の山岳救助隊員の過失を認め、北海道警察に約1,800万円の損害賠償を命じる判決が確定した。個人の生命、身体及び財産の保護に任じることは警察の責務であり(警察法2条1項)また警察官は要保護者を発見したときは応急の保護をなすべきこと(警職法3条1項)に照らせば、山岳救助隊として職務を行っている警察官が遭難者を発見した場合には、適切な救助をしなければならない職務上の義務があるという判断である。その結果、現在では一部北海道の山岳連盟と北海道警察の関係は良好とはいえない状況にある。

2. 研究の目的

研究代表者らは気球と凧の利点を取り入れることを考案して、その小型モデル機体で飛行実験を続けている。気球は高高度まで上昇させることは比較的容易だが風に弱く定点係留は困難であり、さらに充填するガスによる浮力のみで浮遊するため搭載可能な重量が極めて小さい。一方、凧は風が無ければ浮力が得られないという点に着目した。そこで、研究開発中の係留式高層プラットフォームは両方の利点を採用したハイブリッド型気球(法律の都合上、現在はハイブリッドカイトと呼称を変更したため、以下ハイブリッドカイトと記す)を遭難者探査のプラットフォームとして使用して、開発中のハイブリッドカメラで高所から安定した画像を撮影し、遭難者を探査するシステムの構築を目的とした。

ハイブリッドカメラで主に赤色を使用するのは、可視光の中で最も波長が長いために透過性が高いためである。同様により波長が長い近赤外カメラも高解像度な製品が、容易かつ安価に入手することが可能であるため、近赤外の利用も視野に入れて検討中である。

主に雪山での遭難事故を想定しているが、遠赤外光は数mm程度の水であれば透過するため、樹木が生い茂る山中で木陰に避難している山岳部等での遭難者への適用の可能性も大きい。本研究で提案している山岳遭難者捜索装置は存在せず、開発に成功すれば世界中で常時発生している山岳遭難者の発見を安全に行うことが実現できる。日本発の世界貢献が可能な実用性の高いシステムの開発は、日本の研究者の能力を世界に向けて発信することになる。

3. 研究の方法

開発したハイブリッドカメラ、通常のカメラ(可視域カメラ)、サーモグラフィカメラをここ数年間で劇的に性能が向上し安価になったマルチコプター(ドローン)をハイブリッドカイトでの実験に先立ち利用した空撮実験を行った。しかし、当初は理想的だと考えていた雪原上の人間をドローンにサーモグラフィカメラを搭載して人間の空撮を行ったところ、実用的に見分けることすら困難であることが判明した。高解像度なカメラを搭載するドローンをそのまま使用する実験が、最も人間の発見に有効性が高いことが判明したため、実用化が第一目的である本研究の特性から、高性能な空撮ドローンで実験を行い、その結果を山岳連盟の責任者や山岳会のベテラン登山家、さらに北海道警察の救助隊と会い、コメントをもらう方法で研究を進めた。

4. 研究成果

研究開始当初はハイブリッドカイトにハイブリッドカメラを搭載して遭難者を探索する独創的な研究であったが、ここ数年間のドローンの急速な性能向上により様々な状況での空撮実験が可能になった。初年度(平成 28 年度)に試験的に行った山菜取り遭難者の捜索では、ドローンから遭難者が気づきやすい救助音を送信して遭難者がタオルを振ることで、実的に遭難者の探索が可能であることを明らかにした。平成 29 年度には、山頂付近まで高性能なドローンを飛行させて空撮することに成功して、ドローンの墜落を許容するのであれば地上風が 5m/s 程度以下であれば 150m までの高度までは、ハイブリッドカイトを使用しなくてもドローンが実用的であることを明らかにした。

さらに、平成 30 年度までにハイブリッドカイトの技術を用いた高層構造物の理論計算と試作に成功し、遭難者探索のプラットフォームになりえることを明らかにした。また、遭難者の発見率向上と捜索隊の法的責任の問題を回避するため、SNS で考察全球パノラマ写真を公開して世界中の一般の人が捜索活動に参加するシステムの提案を行った。

山岳連盟、山岳会、警察の救助隊、消防のレスキューのそれぞれの立場の人から、現場で直面している本当の話を聞くことが出来たことも、本研究の大きな成果であると言える。これらの人からの忌憚のない意見は、科研費(国費)で行っている研究であることから得られたと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

- 「マルチコプターを用いた 3D 正規化植生指数の画像化」, 三橋龍一, 王丁丁, 佐鳥新, 佐々木正巳, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌 ジャーナル) J-STAGE(オンラインジャーナル), 136, 7, doi:10.1541/ieejeiss.136.1035(2016)
- 「遠隔 2 地点同時受信電力による超小型衛星のスピン推定」, 三橋龍一, 早坂亮佑, 佐鳥新, 佐々木正巳, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌 ジャーナル) J-STAGE(オンラインジャーナル), 137, 3, doi:10.1541/ieejeiss.137.547(2017)
- 「遠隔 2 地点同時受信電力による超小型衛星のスピン回転数推定精度の検討」, 三橋龍一, 早坂亮佑, 佐鳥新, 佐々木正巳, 電気学会論文誌 C (電子・情報・シ

ステム部門誌 ジャーナル) J-STAGE(オンラインジャーナル), 137, 4,
doi:10.1541/ieejjeiss.137.674 (2017)

- R.Akiba, K.Higuchi, R.Mitsubishi, R.Hiramoto, and J.Sasaki: "Weightless Construction of High Tower to the Stratospher", TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES, Journal, Volume 16, Issue 7, pp.657-661, doi.org/10.2322/tastj.16.657, 2018

〔学会発表〕(計 32件)

平成 28 年度 (計 14件)

- 佐鳥 新、三橋龍一、王 丁丁「マルチスペクトルカメラ搭載 UAV 計測システムの開発と3次元植生分布の可視化」日本写真測量学会平成 28 年度年次学術講演論文集, D-3(2016-5)
- 福本義隆、三橋龍一、山本修知、青木由直「マルチコプターを用いたパノラマ写真による北海道遺産のアーカイブ制作 (受賞有)」FIT2016(第 15 回情報科学技術フォーラム), 0-054(2016-9)
- 三橋龍一、王丁丁、福本義隆、佐鳥新、佐々木正巳「飛翔体を用いた植物の三次元正規化植生指数の画像化 (受賞有)」FIT2016(第 15 回情報科学技術フォーラム), I-029(2016-9)
- 秋葉隼二郎、平元理峰、三橋龍一、樋口健「大型 LTA への接着剤応用の可能性」第 60 回宇宙科学技術連合講演会, 2B04(2016-9)
- 柳田大輝、佐鳥新、三橋龍一、千葉一永「係留式高層プラットフォームによる小型衛星の打ち上げビジネスモデル」第 60 回宇宙科学技術連合講演会, 2B01(2016-9)
- 高杉真佳、平元理峰、三橋龍一、秋葉隼二郎「リフティングボディ係留気球の設計」日本設計工学会北海道支部 2016 年度研究発表講演会講演論文集, 7-8(2016-9)
- 高嶋 竜也、石井 一希、三橋 龍一、佐々木 正巳「XBee を用いた無線通信の長距離化に関する研究」平成 28 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.37(2016-11)
- 石井 一希、高嶋 竜也、三橋 龍一、佐々木 正巳「計測器の安全回収システムの提案」平成 28 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.36(2016-11)
- 三橋 龍一、福本 義隆、佐々木 正巳、青木 由直「山菜採り遭難者の捜索に関する基礎研究」平成 28 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.35(2016-11)
- 竹内佑介、佐鳥新、伊藤那知、佐鳥佐和子、中尾明弘「次世代スマート農業リモートセンシング構想」第 17 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 3D2-1(2016-12)
- 池田悠登、柳田大輝、佐鳥新、伊藤那知、三橋龍一、千葉一永「小型衛星打ち上げの為に係留式高層プラットフォームの研究」第 17 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 3M3-2(2016-12)
- 柳田大輝、池田悠登、佐鳥新、三橋龍一、千葉一永、伊藤那知「次世代スマート農業リモートセンシング構想」第 17 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 第 17 回計測自動制御学会, 3M3-3(2016-12)
- 高杉真佳、平元理峰、三橋龍一、秋葉隼二郎、佐々木順也「係留気球に適したリフティングボディ形状の検討」北海道大学 JAXA 連携企画講演会・HASTIC 学術講演会, 9(2017-3)
- 三橋龍一、福本義隆、佐々木正巳、青木由直「山岳部遭難者の探索に関する基礎研究」2017 年 電子情報通信学会 総合大会講演論文集, B-2-13(2017-3)

平成 29 年度 (計 9 件)

- 柳田大輝、池田悠登、佐鳥新、千葉一永、三橋龍一「画像解析による係留式高層プラットフォームの飛行安定性の評価」日本航空宇宙学会 第 48 期年会講演会, 1C10(2017/4)
- 西川凌平、福本義隆、山本修知、佐々木正巳、青木由直、三橋龍一「マルチコプターを用いた風速計測の基礎実験」平成 29 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.33(2017/10)
- 三橋龍一、福本義隆、佐々木正巳、青木由直「山岳遭難者の捜索に関するフィールドワーク」平成 29 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.32(2017/10)
- 小林優輝、三橋龍一、福本義隆、青木由直「サーモグラフィを用いた Ni-HM 電池の劣化観測」平成 29 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.17(2017/10)
- 柳田大輝、池田悠昇、佐鳥新、千葉一永、三橋龍一「画像解析による係留式飛行船の運動解析」第 61 回宇宙科学技術連合講演会, 3K03(2017/10)
- 三橋龍一、福本義隆、山本修知、佐々木正巳、青木由直「空撮画像を用いた山岳遭難者捜索のフィールド実験」2018 年電子情報通信学会総合大会, B-2-29(2018/3)
- 山下玲旺、平元理峰、三橋龍一、佐々木順也、秋葉録二郎「デルタ型係留ハイブリッド LTA の開発」北海道大学-JAXA 連携企画講演会・HASTIC 学術技術講演会, No.2(2018/3)
- 西川凌平、山本修知、福本義隆、平元理峰、佐々木正巳、青木先生、三橋龍一「空撮全球パノラマの撮影適否判定法の検討」平成 29 年度 IEICE 北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 101-06(2018/3)
- 小林優輝、三橋龍一、福本義隆、佐々木正巳、青木由直「山小屋における組電池を用いたオフグリッドシステムの検討」平成 29 年度 IEICE 北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 101-04(2018/3)

平成 30 年度 (計 9 件)

- 西川凌平、山本修知、福本義隆、平元理峰、三澤顕次、佐々木正巳、青木由直、三橋龍一「マルチコプターホバリング時の揺らぎ測定法の検討」2018 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-22(2018/9)
- 西川凌平、福本義隆、山本修知、佐々木正巳、平元理峰、三澤顕次、三橋龍一、青木由直「マルチコプターの揺らぎ測定法の検討」平成 30 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.20(2018/10)
- 小笠原駿、三橋龍一、三澤顕次、佐々木正巳、青木由直「空撮画像による野生ジカ捕獲方法の検討」平成 30 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.21(2018/10)
- 小林優輝、三橋龍一、三澤顕次、佐々木正巳、福本義隆「サーモグラフィを用いた組電池のメンテナンス方法の検討」平成 30 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, No.22(2018/10)
- 秋葉録二郎、三橋龍一「システムズエンジニアリングの今昔」第 62 回宇宙科学技術連合講演会, 1S01(2018/10)
- 山下玲旺、平元理峰、三橋龍一、佐々木順也、秋葉録二郎「デルタ型係留ハイブリッド LTA の開発」北海道大学-JAXA 連携企画講演会・HASTIC 学術技術講演会, No.8(2019/3)
- 三橋龍一、福本義隆、山本修知、佐々木正巳、青木由直「空撮全球パノラマ写真の遭難者捜索への活用」平成 31 年度電気学会全国大会, No.3-048(2019/3)
- 小笠原駿、三橋龍一、三澤顕次、佐々木正巳、青木由直「機械学習による野生ジカ捜索方法の検討」平成 31 年度電気学会全国大会, No.3-105(2019/3)
- 小林優輝、三橋龍一、三澤顕次、佐々木正巳、福本義隆「オフグリッド用組電池のメンテナンスに関する研究」平成 31 年度電気学会全国大会, No.6-284(2019/3)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：千葉 一永
ローマ字氏名：Kazuhisa Chiba

研究協力者氏名：平元 理峰
ローマ字氏名：Riho Hiramoto

研究協力者氏名：佐鳥 新
ローマ字氏名：Shin Satori

研究協力者氏名：秋葉 隼二郎
ローマ字氏名：Ryojiro Akiba

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。